

QUANTIFICATION DES BOITERIES CHEZ LE CHEVAL PAR UNE METHODE AMBULATOIRE

**L'attente du praticien
s'oriente vers la recherche
d'une technique d'exploration
des boiteries.
Un test locomoteur
basé sur l'emploi
d'une technique de mesure
ambulatoire a été
évaluée dans la pratique
courante du vétérinaire
équin.**

Dr F. Desbrosse et Karine Portier
Clinique équine des Yvelines
78 St Lambert des Bois

Plusieurs méthodes ont été mises au point afin d'étudier la locomotion chez le cheval et assurer ainsi un examen basé sur des critères objectifs.

Il s'agit de méthodes qualitatives :

- *Examen clinique de sémiologie* des boiteries par l'observation des mouvements du corps et de l'appui des membres (tests de flexion et anesthésies tronculaires et articulaires) (Fig. 1).
- *Classification du degré des boiteries* (Fig. 2)

ou de méthodes quantitatives :

- *Electrogoniométrie* : cette technique permet de mesurer les changements d'angles se produisant au niveau des articulations à l'aide d'un potentiomètre positionné au niveau de l'axe de rotation de chaque articulation.
- *Cinématique* : il s'agit d'une reconstruction informatique des mouvements dans l'espace grâce à la mise en place de marqueurs sur tout le corps du cheval. Un enregistrement vidéo du déplacement permet de connaître les mouvements en 3D des marqueurs.
- *Plate-forme de force* : il s'agit d'une plate-forme en métal intégrée au sol et recouverte d'un matériau non glissant. Quand le cheval marche sur la plate-forme, la foulée est détec-

OBSERVATION DES BOITERIES

FD/94

- Au TROT, en LIGNE DROITE, observer les mouvements :
- de la TÊTE qui se relève quand l'antérieur boiteux est à l'appui,
- du TUBER COXAE qui s'abaisse quand le postérieur boiteux est à l'appui
- de la CROUPE qui s'élève quand le postérieur boiteux est au soutien

• Au TROT, sur le CERCLE, sur le DUR, la décharge du membre boiteux se traduit par un défaut de contact médial du pied INTERIEUR AU CERCLE

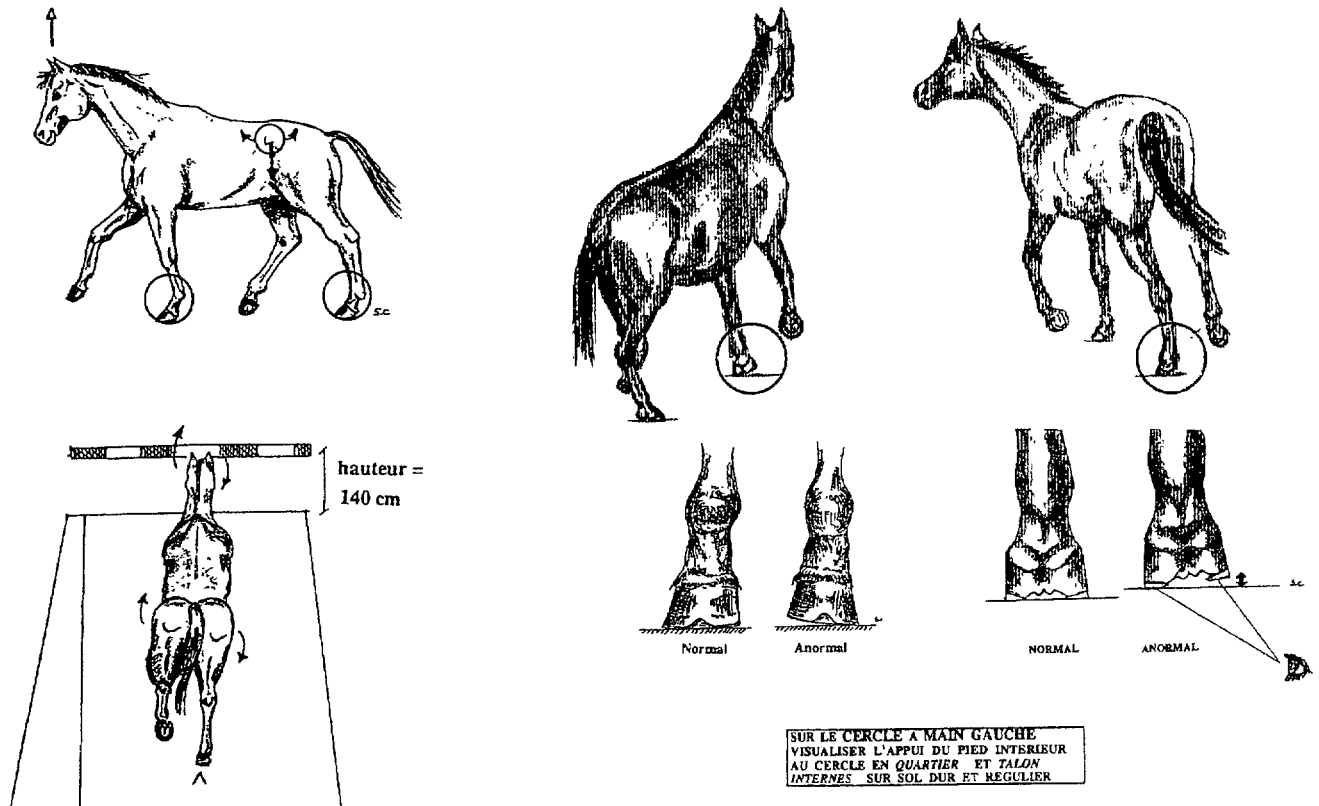


Figure 1: Technique d'observation des boiteries.

GRADE	BOITERIE	DESCRIPTION
0	Normal	Boiterie difficile à observer quelles que soient les circonstances
1	Boiterie légère	Boiterie difficile à observer au pas et au trot en ligne droite, apparente dans certaines circonstances
2	Boiterie modérée	Boiterie visible au trot dans toutes les circonstances
3	Boiterie sévère	Boiterie avec une importante oscillation du balancier cervico-céphalique, de la croupe ou raccourcissement de la foulée
4	Suppression d'appui	Appui minimal en mouvement et/ou au repos, incapacité de se déplacer.

Figure 2 : Classification du degré des boiteries selon l'American Association of Equine Practitioners.

tée par les capteurs situés aux coins du plateau et est convertie en un signal électrique qui est amplifié et enregistré. Les variables informatiques incluent la durée de la foulée, la composante verticale, longitudinale et transversale des forces qui s'appliquent pendant la phase d'appui. L'impulsion

(aire sous la courbe de force en fonction du temps) et le point d'application de la force sur la plate-forme sont aussi notés.

• **Accélérométrie** : la mise en place de capteurs, mesurant les variations d'accélération dans l'axe dorso-ventral et transversal au niveau du sternum et du sacrum, permet la détection

d'irrégularités et d'asymétries. C'est cette dernière méthode qui a fait l'objet de notre étude.

Notre étude avait pour objectif d'évaluer l'intérêt de cette technique pour des utilisations pratiques en clientèle (détection des boiteries infra-cliniques, pour objectiver des résultats des anesthésies sémiologiques, recherche des tracés spécifiques à certaines boiteries, suivi de traitements). Il s'agissait d'établir une comparaison entre les informations obtenues par l'accélérométrie et l'examen orthopédique du praticien. Il s'agit ici d'un bilan préliminaire et ces sujets sont encore à l'étude.

Nous les illustrons ci-dessous à l'aide d'un exemple.

REALISATION DU TEST LOCOMOTEUR

Appareil (Fig 3)

La dynamique de la locomotion est analysée au moyen de capteurs d'accélération sensibles aux variations de vitesse du corps dans l'axe dorso-ventral et latéro-latéral. Un premier capteur est placé au niveau du sternum sur la ligne médiane et est maintenu par une sangle élastique pour enregistrer les mouvements des antérieurs. Un second capteur est placé au niveau du sacrum, maintenu par un scotch double face, pour enregistrer les mouvements des postérieurs. Les deux capteurs sont connectés à un boîtier enregistreur placé sur la sangle. A la fin de l'enregistrement le boîtier est déconnecté des capteurs et relié à un ordinateur pour la transmission des données mémorisées. Elles sont traitées par un logiciel spécifique développé avec le langage MATLAB.

L'échantillon observé (16 chevaux) est issu de l'ensemble des chevaux présentés à la clinique Équine des Yvelines du 01 février au 31 août 1997 pour orthopédie ou autre.

Les cas se répartissent en deux catégories :

- les chevaux non boiteux présentés pour une autre pathologie que l'orthopédie et cliniquement non boiteux ;
- les chevaux présentés pour orthopédie : parmi ceux-ci 1 cas a été sélectionné pour illustrer

Appareil de quantification des boiteries

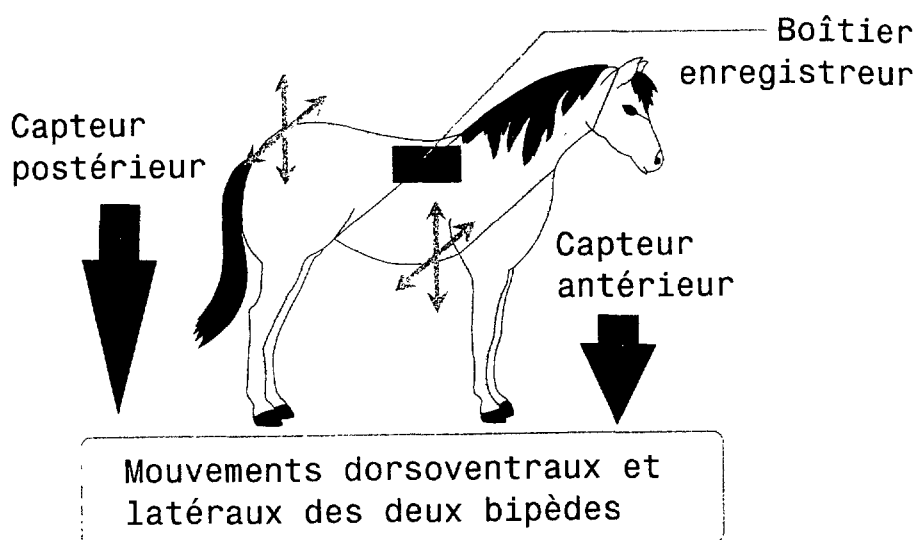


Figure 3 : Positionnement des capteurs sur le cheval.

l'intérêt de la technique dans l'interprétation des résultats d'une anesthésie tronculaire.

Conditions d'examens

Les examens cliniques sont réalisés sur une aire gravillonnée en ligne droite et sur le cercle (au pas et au trot) ainsi que dans une carrière de sable (pas, trot, galop). Les tests d'accélérométrie sont effectués en ligne droite sur la route sur environ 70 m. Il s'agit d'un aller-retour au pas et au trot séparés par un temps d'arrêt.

Paramètres étudiés

Les paramètres étudiés par le praticien sont multiples, ils correspondent à l'examen locomoteur standard illustré par la figure 4. En ce qui concerne la locomotion, le praticien observe les composantes d'appui (poser du pied au sol), de soutien (trajectoire du membre),

les oscillations de la tête et des tuber coxae, les défauts de propulsion et de protraction, les mouvements d'abduction et d'adduction, la mobilisation du dos, etc...(Fig.5).

Les paramètres mesurés lors du test locomoteur sont pour chaque allure (pas, trot) et pour chaque bipède antérieur et postérieur (Fig. 6) :

- la fréquence des foulées (foulée/seconde),
- la symétrie qui est la similitude de la composante d'accélération verticale d'un membre par rapport à l'autre (en %),
- la régularité des foulées qui est la similitude des mouvements dans le temps (sur 200),
- le côté où se reporte le cheval qui est l'accélération transversale maximale (en g).

En plus des mesures chiffrées des défauts locomoteurs, le logi-

CLINIQUE VÉTÉINAIRE : EXAMEN ORTHOPÉDIQUE

18, RUE DES CHAMPS, LA BROUSSE - 78470 SAINT-LAMBERT-DES-BOIS - TEL (1) 34 61 73 86

Dr DESBROSSE

Dr PERRIN

CHEVAL :		PROP												DATE											
COMMÉMORATIFS																									
SIGNES CLINIQUES																									
EXAMEN STATIQUE		A. G.				A. D.				P. G.				P. D.				RACHIS							
Symétrie		PIEDS												CROUPE											
Ferrure																									
Anomalies Morphologiques																									
Inflammations																									
Flexions		Boulet												Jarret				Brul							
Extensions		Test à la Planche du membre												du membre				Mobilité							
Exploration des pieds à la pince		Pince																							
		T externe																							
		T interne																							
		Talons																							
Fourchette																									
SÉDATION EXAMEN DYNAM.		A. G.				A. D.				P. G.				P. D.				RACHIS							
Boiterie lig. D.																									
s/cercle/dur D																									
s/cercle/dur G																									
s/cercle/mou D																									
s/cercle/mou G																									
Pince exploratrice																									
Extensions		du membre												du membre				Surfaux L/D T							
Flexions		Boulet												Jarret				Surfaux S/C							
Anest N°1																									
N°2																									
AUTRES TESTS																									
Conclusion N°1																									
Rx																									
Conclusion N°2																									
Traitement																									

Figure 4 : Grille d'orthopédie représentant les différents paramètres observés par le praticien.

ciel fournit plusieurs tracés graphiques pour interpréter les mesures plus en détail : les courbes d'accélération dorso-ventrales du pas et du trot (Fig. 7), et la représentation des mouvements dans le plan frontal montrent le report latéral gauche ou droit (Fig. 8).

RESULTATS

Les tableaux 1 et 2 résument les résultats de la clinique et du test accélérométrique. Les mesures et les examens cliniques sont réalisés de façon la plus standard possible (même opérateur, même lieu) afin d'obtenir la meilleure reproduc-

tibilité du test. L'échographie et la radiographie ont été utilisées pour identifier les lésions.

Un exemple d'application du test locomoteur est l'examen pratique d'une anesthésie (Cas du cheval F.G résumé tableau 3). Ce cheval a subi un premier examen clinique qui a montré par ordre d'importance :

- Une lombalgie localisée en L5-L6 et L6-S1 à droite, une dorsalgie par chevauchement des processus épineux stade 3 en T14.

- Une boiterie des pieds aux antérieurs (surtout le droit) due à une hyperostose des processus palmaires.

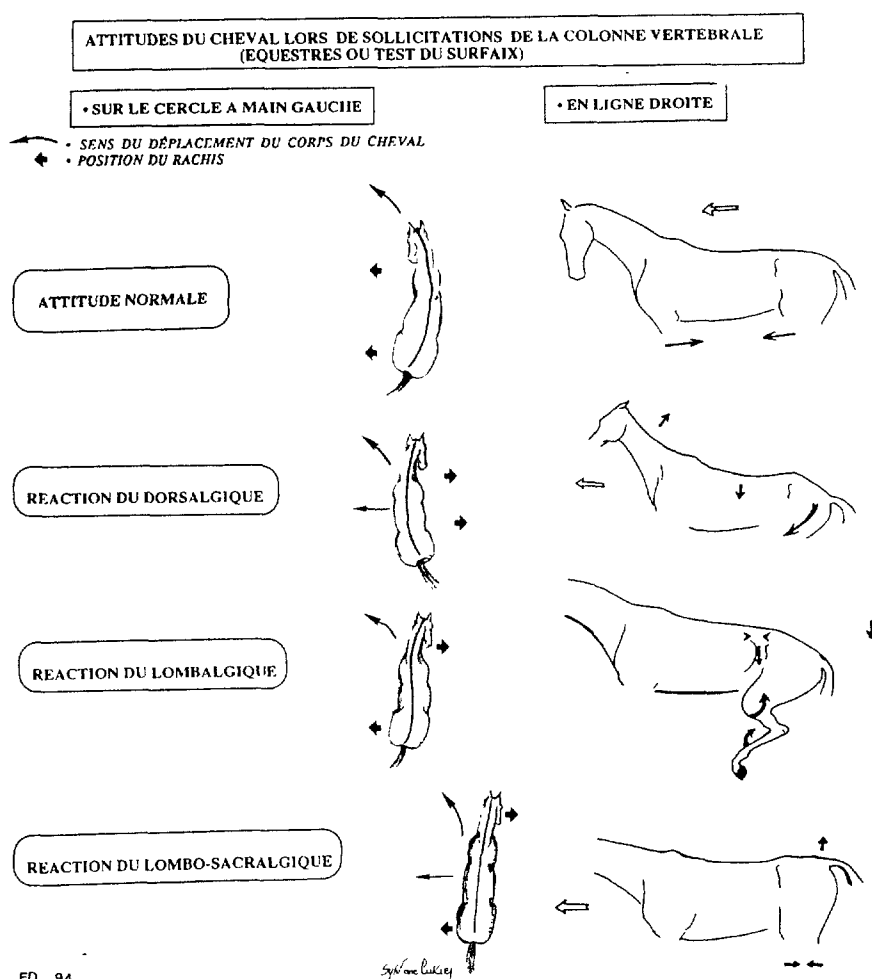
- Des anneaux inguinaux élargis.

- Un caractère difficile.

- Un fragment d'ostéochondrose articulaire plantaire médian dans le boulet postérieur droit.

A l'issue de cette examen, un traitement de dorso-lombalgie est réalisé, mais les résultats sont insuffisants. On a donc pratiqué un deuxième examen clinique avec anesthésie métatarso-phalangienne du boulet postérieur droit qui n'a cliniquement pas modifié la boiterie. Conjointement à ce deuxième examen clinique des tests locomoteurs d'accélérométrie ont révélé après anesthésie une amélioration de l'asymétrie des postérieurs d'un point (au pas et au trot), et une asymétrie des antérieurs aggravée de 3 points au pas et d'un point au trot, après l'anesthésie du boulet postérieur droit.

Cette cascade d'examen nous permet d'établir un nouvel



FD 94

Figure 5 : Attitude du cheval lors de sollicitations de la colonne vertebrale.

ALLURE :	PAS
CAPTEUR :	ANT
FREQUENCE DES FOULEES :	0.88
SYMETRIE :	89.77
REGULARITE :	160.79
BALANCEMENT DU COTE :	D=G
INTENSITE DU BALANCEMENT :	-0.06
PAS	
La précision du test est bonne.	
Le test au pas s'est bien déroulé.	
** La symétrie au pas est nettement anormale.	
* La régularité au pas est moyenne : Ant 150-160 Post 180-183	
Absence de balancement latéral significatif.	

Figure 6 : Rapport du test locomoteur basé sur les mesures d'accélération des antérieurs et des postérieurs.

ordre d'importance :

- La lésion du boulet postérieur droit.

- La boiterie des antérieurs.

- La dorsolombalgie.

En conclusion le test d'accélérométrie s'est révélée plus sensible dans l'interprétation de l'anesthésie sémiologique que l'examen clinique avec une conséquence pratique immédiate dans le choix des traitements.

DISCUSSION

En général, l'étude des cas observés a confirmé que les valeurs d'asymétrie et de régularité sont en accord avec l'examen clinique comme l'avaient montré les résultats d'une première étude (Barrey et Desbrosse 1996).

Le tracé des chevaux trop nerveux est ininterprétable, il serait intéressant d'étudier l'effet d'une tranquillisation légère du cheval (Vetranquil 0,5 ml IV quelques minutes avant l'examen) sur la qualité des tracés obtenus, cette technique étant couramment utilisée pour l'examen clinique.

Les chevaux calmes non boiteux présentent naturellement des mouvements d'encolure qui doivent perturber le tracé, et notamment le paramètre de report latéral qui nous a semblé peu fiable dans notre étude. Ces mouvements d'encolure sont des mouvements de balancement latéral à droite et à gauche. Ce phénomène est moins marqué au trot.

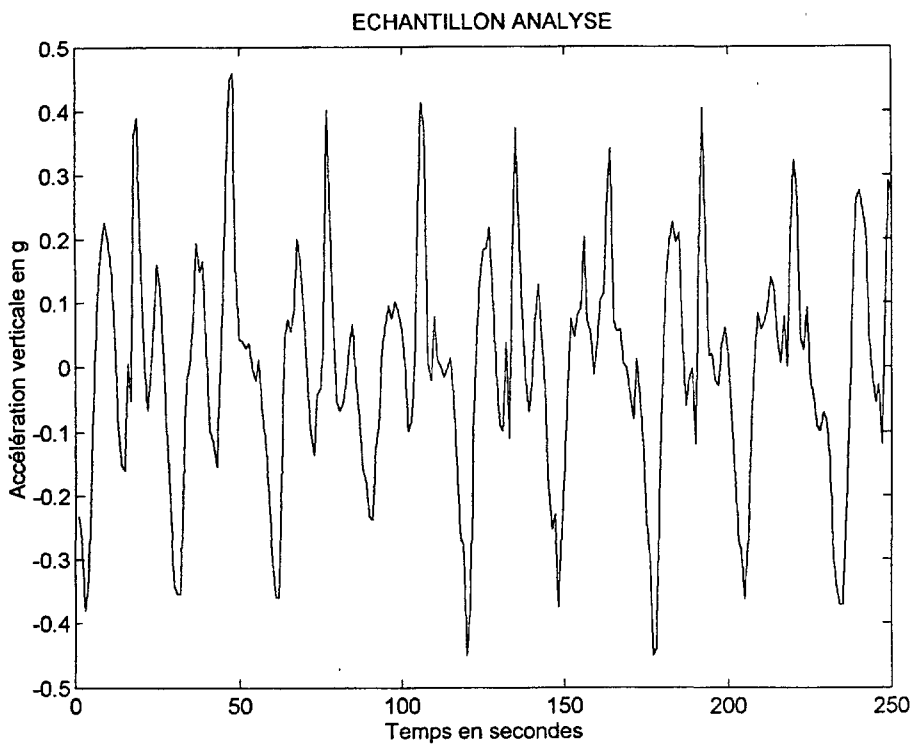


Figure 7a : Courbe d'accélération dorsoventrale obtenue pour le pas

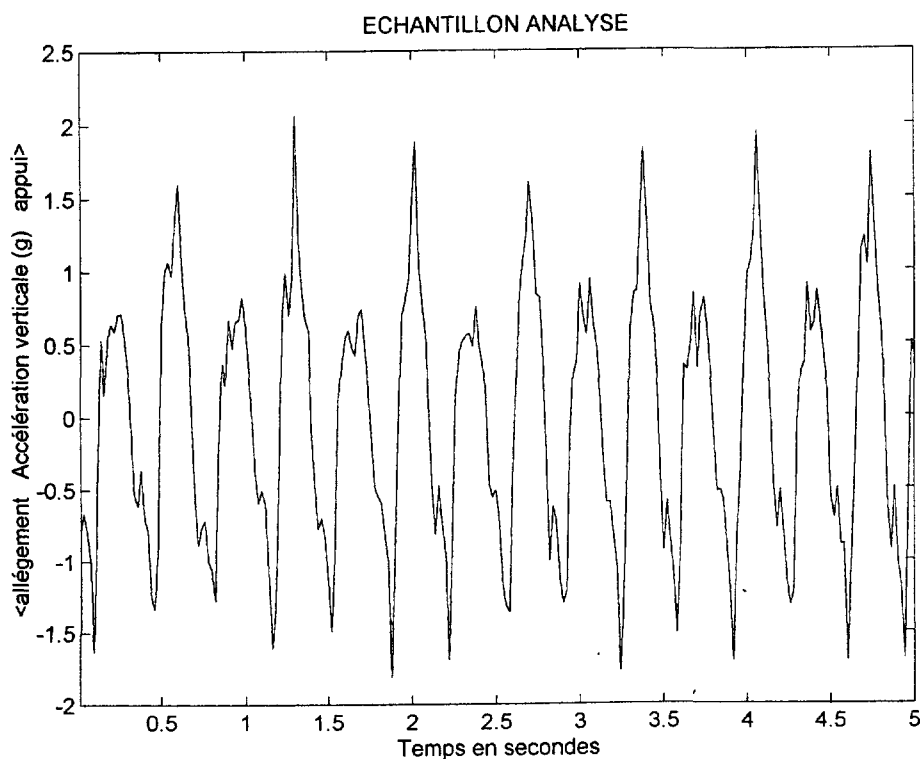


Figure 7b : Courbe d'accélération dorsoventrale obtenue pour le trot

Bien que les éléments extérieurs qui modifient la locomotion (plaque d'égout, camion) soient décelables sur le tracé qui apparaît irrégulier à ces moments là, il est nécessaire de choisir le meilleur environnement possible lors de l'enregistrement. En effet, les tracés trop perturbés sont inexploitable et les renouvellements de tests accélérométriques sont plus lourds à gérer que les renouvellements de tests cliniques. Sur le plan pratique, il faut redemander un aller retour au pas et au trot supplémentaire si le premier passage n'était pas bon car on dispose de 10 min d'enregistrement.

L'analyse accélérométrique fournit 7 paramètres sur un grand nombre de foulées (50 à 70 m). L'examen clinique, à l'inverse prend en compte un grand nombre de paramètres (250) dans le cas de la grille d'orthopédie (Fig. 4) sur un moins grand nombre de foulées (25 m). On pourrait conclure hâtivement que le test d'accélérométrie "voit" moins de choses mais les "voit" mieux, à l'inverse de l'examen clinique. Cependant, il faut tenir compte, d'une part, du fait que la partie de tracé accélérométrique sélectionnée est limitée à une durée de 20 secondes et, d'autre part, que tous les paramètres ne sont pas forcément observés lors de l'examen clinique.

Le positionnement des capteurs pour les antérieurs est fiable, la sangle est facile à poser, le trait du marqueur est aisément placé sur la ligne médiane. Cependant, la mise en

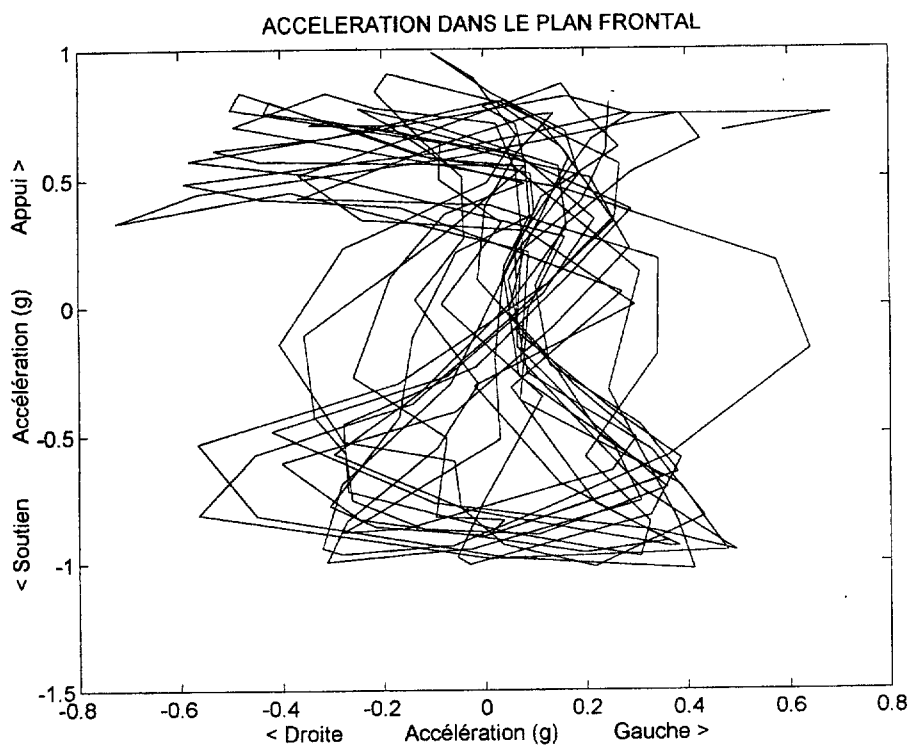


Figure 8a : Papillon représentant une absence de balancement latéral.

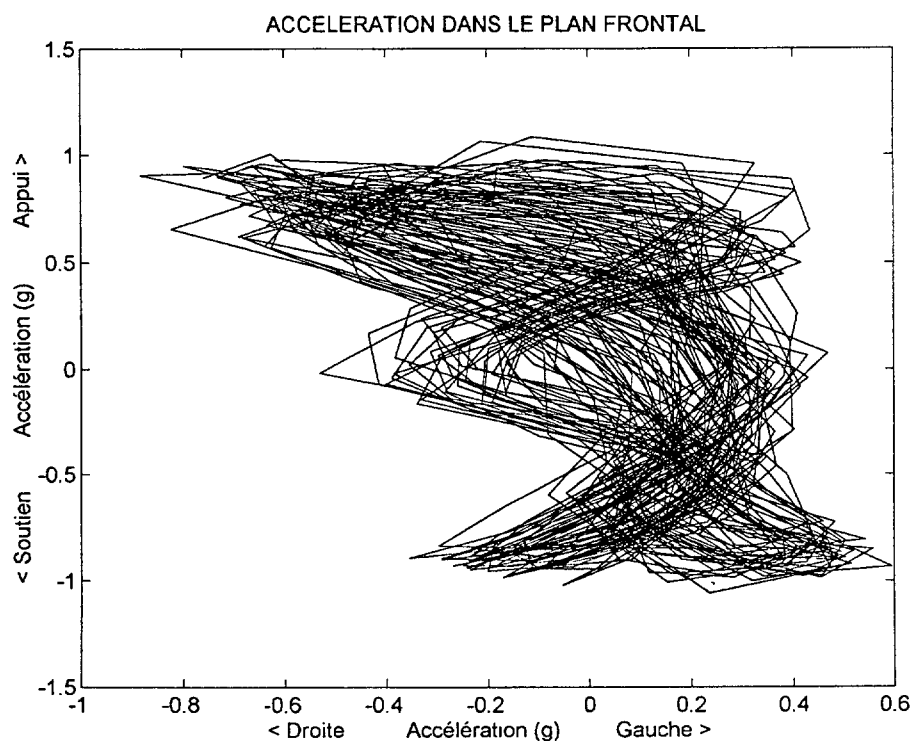


Figure 8b : Papillon représentant un balancement latéral droit à l'appui.

place du capteur sur le sacrum (S3-S3) pour les postérieurs est moins facile à standardiser car il faut repérer la ligne médiane et l'anatomie de cette région est variable selon le développement musculaire.

La sélection de la plage de tracé qui semble la plus régulière est faite de façon manuelle par l'opérateur. Ceci introduit un aspect subjectif dans le calcul des résultats du test.

La durée d'un test d'accélérométrie comprend : un temps de recueil des données (10 min) et un temps d'analyse qui dépend de la puissance de l'ordinateur (5 min sur Pentium avec 32 Mo RAM ; 15 min sur un 386 avec 16 Mo de RAM !). Ces deux phases peuvent être décalées dans le temps. Un examen orthopédique clinique dure en moyenne 30 minutes sans compter les anesthésies ni l'imagerie. La comparaison de la durée de ces deux techniques ne présente qu'un intérêt théorique. En effet, s'il s'agit de détecter une boiterie, l'examen clinique ne dure que quelques minutes, s'il s'agit d'étudier une boiterie, les deux examens sont complémentaires, le test locomoteur accélérométrique devient un examen complémentaire de l'examen clinique.

CONCLUSION

Le test locomoteur basé sur l'accélérométrie est utilisable par un praticien mais la mise en œuvre reste lourde quant à l'analyse des tracés et nécessite d'être encore plus automatisée.

Cette étude a été l'occasion de

Tableaux 1 : Résultats comparés de l'examen clinique et du test d'accélérométrie sur les antérieurs.

CHEVAL	RACE	AGE	SEXE	DIAGNOSTIC CLINIQUE	TEST AU PAS						TEST AU TROT						
					FF	SYM	REG	COTE	Xmoy	DIAG	FF	SYM	REG	COTE	Xmoy	DIAG	
E1	TF	6	F	1°/ 2 boulets ant	1	97,3	157,8	D	0,3	D	1,7	100,5	188,5	D=G	0	D=G	
				2°/ grassetts													
				3°/dos													
B1			F	Kyste condyle femoral medial du grasset droit	0,8	74,5	119,2	G	0,4	G	1,3	101,7	179,7	D	-0,24	D	
A1	SF		F	1°/ Jarret d	0,95	99,7	142,8	D	17,3	D++	1,4	96,7	162,7	D	-4,15	D++	
				2°/ Boulets p													
				3°/ Dos													
				4°/ ovaires													
R1				1°/ traversé à droite							1,3	96,3	180,1	D	-0,55	D	
				2°/ Passe les post en dehors													
				3°/ tombe à droite													
E2	TF	6	M	Non boíteux	0,9	95,6	151,7	D	0,9	D	1,46	100	189,9	G	1,7	G++	
G1	TF	4	M	Non boíteux	0,9	93,9	116,3	D=G	0,1	D=G	1,7	97,9	186,8	D=G	0	D=G	
U1	To	SF		Tendinite bride carpienne à l'insertion du TFP AD	0,8	72,6	124,9	G	0,7	G	1,4	95,3	178,1	G	0,6	G	
	T1			Traitement BAPTEN	0,8	74,1	116,9	G	0,3	G	1,3	96,5	178	G	0,6	G	
	T2				0,8	83,6	119,3	D	0,45	D	1,3	97,9	186	D	-0,62	D	
	T3																
G2	T1	TF	4	M	Tendinite attache du suspenseur AG	0,9	88,2	143,6	D	2,5	D++	1,5	90,4	172,8	G	4,8	G++
	après anest.T2				0,9	88,2	128	D=G	0	D=G	1,5	96,1	178,6	G	0,5	G	
S1	SF		M		0,8	92,6	154	D	1	D++	1,5	94,9	186,6	G	0,23	G	
ED	TF		M	LSB et FSD AG		88,6	138,3	D	0,4	D	1,5	94,9	186,6	G	0,23	G	
F1	TF		M	Pied AD	0,9	84,9	135,4	D	0,3	D	1,5	100,3	177,9	D	0,33	D	
				Lombalgie													
				Rotule PD													
J1	SF		F	AD : Proc extensorius fract lombalgie droite PG mvf anormal flexion 2 boulets ant +	0,8	106,2	110	g	20,42	G++	1,3	97,8	163,7	G	15,5	G	
BC	SF		F	boîterie AG, naviculaire form tendineuse	0,9	89,5	154	D	-1,1	D++	1,5	96,3	184	G	1,7	G++	
					0,9	94,9	154	D	-0,3	D	1,4	96,8	183	D=G	-0,06	D=G	
FU	SF		M	lombalgie,jarret D,Boulet PG	0,9	98,7	161,5	D	-1,12	D++	1,5	97,3	185,5	G	0,7	D	

confirmer l'assez bonne corrélation entre l'examen clinique et les résultats du test locomoteur.

L'exemple pratique, décrit ici, a montré une meilleure sensibilité du test dans l'observation d'une anesthésie sémiologique et de ses conséquences sur la locomotion.

Cette technique ouvre pour le praticien des perspectives dans les domaines suivants :

- détection des boîtéries infra-cliniques ;
- objectiver des anesthésies sémiologiques ;
- suivi des cas cliniques et de l'effet des traitements ;
- étude des tracés spécifiques à certaines boîtéries.

Tableaux 2 : Résultats comparés de l'examen clinique et du test d'accélérométrie sur les postérieurs.

CHEVAL	DIAGNOSTIC CLINIQUE	TEST AU PAS						TEST AU TROT					
		SYM	REG	COTE	Xmoy	DIAG	SYM	REG	COTE	Xmoy	DIAG		
E1	1°/ 2 boulets ant	100,5	60,4	D	-0,36	D							
	2°/ grassetts												
	3°/dos												
B1	Kyste condyle femoral medial du grasset droit	88,3	130,7	G	0,4	G	85,3	680,4	G	0,8	G		
A1	1°/ Jarret d	93,9	178,5	D	-4,6	D++							
	2°/ Boulets p												
	3°/ Dos												
	4°/ ovaires												
R1	1°/ traversé à droite	97	176,5	D	-10,7	D	84,8	168,4	D	-4,9	D++		
	2°/ Passe les post en dehors												
	3°/ tombe à droite												
E2	Non boíteux	98,8	171	D=G	0								
G1	Non boíteux	106	95,7	G	1,5	G++							
U1	To	Tendinite bride carpienne à l'insertion du TFP	94,8	181	G	0,31	G	95,6	185,6	G	0,53	G	
	T1	Traitement BAPTEN	93,9	174	G	2,3	G++	97,1	186,6	G	1,5	G++	
	T2		94,4	179,5	G	0,5	G	98,7	182,9	G	0,8	G	
	T3		98,2	186,6	G	1	G	92,4	165,79	G	0,7	G	
G2	T1	Tendinite attache du suspenseur	99,1	187,9	D	-0,9	D	88	181,8	G	0,138	G	
	après anest.T2		98,5	181,7	G	4	G++	95,4	189,5	G	2,6	G++	
S1			97,9	189,7	G	1,2	G++	97,7	174,1	G	0,2	G	
F1	PIED AD	98,3	177,4	G	0,4	G	101,3	174,4	D	-0,3	G		
	Lombalgie												
	Rotule PD												
J1	AD proc ext	93,3	181,6	D	-2,7	D	99,2	185,3	D	-2,6	D		
	LombalgieD												
	PG anormal												
	Flexion 2 boulets ant												
BC	boîterie AG, naviculaire form tendineuse	95,1	185	G	2,7	G++	96,3	178	G	1,5	G++		
	après anesthésie	99,8	184	D	-0,35	D	97,3	185	D=G	0,01	D=G		
FU	lombalgie,jarret D,Boulet PG	95,35	149,8	D	-0,4	D	100,6	152,2	D	-0,13	D		

Tableaux 3: Exemple de résultats des tests locomoteurs avant et après anesthésie sémiologique.

CHEVAL	RACE	AGE	SEXE	DIAGNOSTIC	TEST AU PAS						TEST AU TROT					
					FF	SYM	REG	COTE	Xmoy	DIAG	FF	SYM	REG	COTE	Xmoy	DIAG
F,G	TF	5	M	Boîterie PD	0,9	78,5	152,6	D	-1,9	D++	1,6	96,3	176	G	0,6	G
				FOCA plant med												
				boulet PD	0,9	75,7	118,2	D	-0,8	D	1,4	95,9	183	G	1,6	G++